

Technische Hinweise

Transformatorenübersicht

Alle Produkte, die in diesem Katalog beschrieben sind, werden unter Beachtung der einschlägigen Vorschriften VDE 0570 EN 61558 bzw. VDE 0532 gefertigt

1. Leistungen

Die in den Listenblättern angegebenen Leistungen beziehen sich auf die ausgangsseitig entnehmbaren Leistungen in VA bzw. kVA. Sie errechnen sich aus dem Produkt der Ausgangsspannungen und Ströme in belastetem Zustand, wobei die Summe aus den einzelnen Ausgangswicklungen die Gesamtleistung ist.

Die Nennleistung gilt für:

- Nenn-Eingangsspannung
- Dauerbetrieb
- Frequenz von 50 bis 60 Hz
- Umgebungstemperatur von 40°C
- freie Aufstellung in Luft (soweit nichts anderes angegeben)

2. Nenn-Eingangsspannungen

Nenn-Eingangs- und Ausgangsspannungen sind die auf dem Transformator bezeichneten. Die Primärspannung ist normalerweise die Netz- bzw. Eingangsspannung. Die Ausgangsspannung ist die bei Nennlast und Nennfrequenz an den Ausgängen anstehende Spannung, wenn die Umgebungstemperatur eingehalten wird und der $\cos \phi$ 1 beträgt.

Die Transformatoren können, wie nachstehend angeführt, überlastet werden:

| Vorausgegangene Dauerlastbelastung in % der Nennleistung | Kurzzeitbelastung | | | | |
|--|-------------------|--------|--------|--------|--------|
| | 10 min | 20 min | 30 min | 40 min | 50 min |
| 50% | 160% | 130% | 120% | 115% | 112% |
| 75% | 155% | 123% | 115% | 111% | 109% |
| 90% | 145% | 116% | 110% | 107% | 105% |

3. Frequenz

Alle in diesem Katalog enthaltenen Transformatoren sind für Netze von 50 - 60 Hz geeignet. Alle von uns angegebenen Verluste, Erwärmungen und Spannungsabfälle beziehen sich auf 50 Hz. Wenn die Frequenz nicht 50 Hz beträgt, ergeben sich folgende Typenleistungen:

| HZ | 16 | 40 | 42 | 50 | 60 | 75 |
|----|----|----|-----|-----|-----|-----|
| % | 35 | 80 | 100 | 100 | 115 | 130 |

der angegebenen Nennleistung.

4. Erwärmung

Die betriebsbedingte Erwärmung der Transformatoren entspricht den in den entsprechenden VDE-Vorschriften angeführten Werten. Für den ungehinderten Zutritt der Kühlluft ist zu sorgen. Wenn höhere Umgebungstemperaturen auftreten oder der Transformator in ein Gehäuse eingebaut wird, kann nicht mehr die volle Nennleistung entnommen werden.

5. Isolation

Sämtliche verwendeten Isoliermittel sind mindestens solche der Wärmeklasse F. Dies wird auch durch die serienmäßige Imprägnierung mit einem eigens entwickelten graphitgrauen (RAL 7024) Tränkharz unter Vakuum mit anschließender 8-stündigen Ofentrocknung bei 135°C erreicht. Eine Sicherung aller Befestigungselemente sowie ein optimaler Rostschutz ist dadurch ohne zusätzliche Kosten für den Kunden erzielt worden.

6. Auto- bzw. Spartransformatoren nach VDE 0550

Wenn keine Netztrennung erforderlich ist und wenn die Eingangs- und Ausgangsspannungen nicht zu weit auseinanderliegen, können sogenannte Spar- oder Auto-Transformatoren verwendet werden. Sie unterscheiden sich von den übrigen dadurch, daß die Eingangs- und Ausgangswicklung leitend miteinander verbunden sind. Die Leistung eines Spartransformators ist die Durchgangsleistung, die immer höher als die Typenleistung ist. Die Typenleistung kann wie folgt errechnet werden:

$$N = ND \times \left(1 - \frac{U_u}{U_o}\right)$$

| | |
|------------------|--------------------|
| ND = | Durchgangsleistung |
| U _o = | höhere Spannung |
| U _u = | niedere Spannung |
| N = | Typenleistung |

$$500 \text{ VA} \times 0,5 = 250 \text{ VA}$$

Beispiel

Transformator 500 VA

Primär: 110 V Sekundär: 220 V

$$N = 500 \text{ VA} \times \left(1 - \frac{110 \text{ V}}{220 \text{ V}}\right)$$

also für 500 VA den 250 VA Typ

7. Dreiphasen-Transformatoren

Dreiphasen-Transformatoren werden, wenn nicht ausdrücklich anders bestellt, in der Schaltungsart Dy 5 ausgeführt.

8. Ausführung

Bei Dreiphasentransformatoren mit einer Leistung von mehr als etwa 4kVA werden die Primär- und Sekundärspulen durch Luftkanäle getrennt. Dies ermöglicht eine optimale Wärmeableitung der Wicklungen, wobei die Transformatoren so betrieben werden müssen, dass die Spulen senkrecht stehen. Soweit es möglich ist, werden die Wicklungen an Käfigzugklemmen geführt. Ab einem Gewicht von mehr als 25kg werden Hebeösen oder entsprechende Laschen zur leichteren Handhabung angebracht.

Technische Hinweise

Dimensionierung von Netztransformatoren

Die folgenden Ausführungen sollen dem Anwender von Transformatoren im Steuerungsbau und in der Elektronik die Dimensionierung aus der Sicht des heutigen Standes der Transformatorenfertigung erleichtern.

1. Kernmaterial

Ein- und Dreiphasen-Transformatoren können mit verschiedenen Kernformen nach DIN 41 300 bzw. DIN 41 302 gebaut werden. Es können die Blechform M, EI oder UI zur Anwendung kommen. Die Kernform des M-Blechtes wird entgegen den Anleitungen in den meisten Büchern kaum noch verwendet. Diese Kernform kann nicht maschinell verarbeitet werden und ist deswegen rein von der Kostenseite uneffektiv. Bedingt dadurch steht auch nur eine kleine Anzahl Wickelkörper zu Verfügung, die eine Leistungsoptimierung schwer macht.

Für Leistungen bis etwa 4000 VA werden heute fast ausschließlich EI Kerne verwendet. Diese Kernform kann sowohl maschinell geschichtet, als auch geschweißt werden. Es steht eine Anzahl von derzeit mindestens dreißig Blechgrößen mit hunderten Paketdicken zur Verfügung, was eine optimale Dimensionierung ermöglicht.

Bei größeren Leistungen kommt der UI-Schnitt zur Anwendung, weil bei diesem die Wicklung auf zwei Wickelkörper verteilt werden kann. Diese Wickelkörperreihe wird auch bei den Drehstrom-Transformatoren verwendet, denn die Drehstromschnitte basieren auf den UI-Schnitten nach DIN und wurden lediglich für drei Spulenkörper verarbeitet. Es wird von uns heute kaltgewalztes Kernmaterial von 0,5 mm der besten Verlustzahl verwendet, da der Materialpreis des besten gegenüber dem schlechtesten Kernmaterials besonders bei größeren Transformatoren kaum ins Gewicht fällt. Das sogenannte kornorientierte Kernblech mit niedrigsten Verlusten ermöglicht entweder bei gleicher Größe des Kerns eine höhere Leistungsabgabe oder bei gleichen elektrischen Daten eine kleinere Bauform.

2. Geschweißte Transformatorenkerne

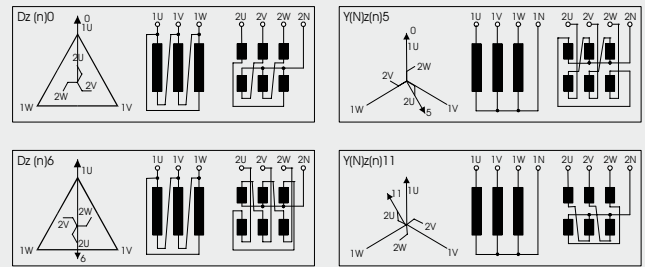
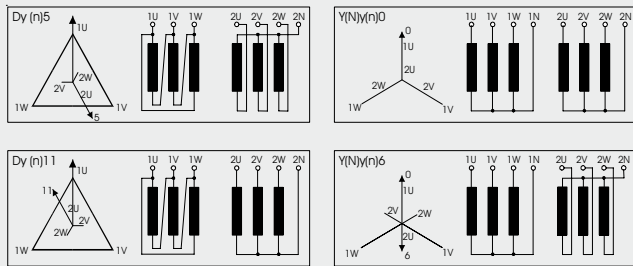
Wir waren einer der ersten Betriebe in Deutschland, die in der Lage waren, Kernpakete von Transformatoren bis etwa 1000 VA zu schweißen. Auf den ersten Blick werden viele Anwender der Meinung sein, dass dadurch eine Verschlechterung der Transformatorenqualität eintritt. Aber gerade das Gegenteil ist der Fall. Hier muss beachtet werden, dass ja nicht die gesamte Fläche verschweißt wird, sondern nur ein ganz geringer Prozentsatz an den Kanten des Kernpakets.

Messungen, z.B. der Firma Blum Vaihingen/Enz, haben bewiesen, daß eine Verringerung der Eisenverluste eintritt. Bei der manuellen Schichtung wird das Kernblech gegeneinander gestoßen. Da der Stanzschnitt nicht rechtwinklig, sondern schräg verläuft, entstehen größere Luftspalte und somit auch größere Eisenverluste. Da während des Schweißens das Paket stark gepresst wird, entsteht ein optimales Kernpaket, das sich anschließend durch das Verschrauben nicht mehr verändert.

3. Wickelkörper

Seit etwa 15 Jahren werden für Transformatoren fast ausschließlich Wickelkörper in gespritzter Ausführung aus Polyamid P 6 G, z.B. Durethan BKV, verwendet. Die früher aus einzelnen Teilen zusammensetzbaren Wickelkörper waren aufwendig, aus schlechterem Isoliermaterial gefertigt und mußten vor dem Wickelbeginn zuerst isoliert werden. Die gespritzte Bauform mit den verschiedenen Varianten der ein- zwei- oder mehrkammerigen Arten sowie der Möglichkeiten Klemmen, Lötösen oder Printstifte für gedruckte Schaltungen anzubringen, bietet für den Anwender eine breite Anwendungsmöglichkeit. Außerdem werden Wickelkörper für erhöhte Kriech- und Luftstrecken mit verbreiterten Trennflanschen bei Schutztransformatoren für Sicherheitstransformatoren eingesetzt.

Gebräuchliche Schaltgruppen für Drehstromtransformatoren



Der herausgeführte Sternpunkt wird durch ein hinzugefügtes "N" (primär) bzw. "n" (sekundär) zur Schaltgruppe deutlich gemacht.

4. Wicklungen

Die Qualität der verwendeten Kupferlackdrähte hat sich in den letzten Jahren in hohem Grade verbessert. Die Durchschlagfestigkeit und die thermischen Eigenschaften machen die früher gebräuchlichen Lagenisolationen überflüssig. Weil die Wärme sofort nach außen abgeleitet wird, kann ein Wärmestau im Inneren der Wicklung nicht mehr entstehen. Bei höheren Lagenspannungen und als Wicklungsisolationen wird anstelle des früher verwendeten Lackpapiers Polyesterfolie der Wärme-Klasse F benutzt. Zum Unterschied zu vielen anderen Herstellern werden unsere Transformatoren außen mit einem eigens für uns gefertigten Polyestergewebeband abgedeckt, das ohne Zwischenräume direkt auf der Wicklung aufliegt.

In Verbindung mit der Imprägnierung ergibt sich gegenüber den sonst benutzten Pressspanabdeckungen eine bessere Wärmeabfuhr, da die zwischen dem Pressspan und der Wicklung befindlichen Luft die Wärme staut. Die thermischen Eigenschaften werden um ca. 10% verbessert. Wicklungen für hohe Ströme werden mit Kupfer-Flachlackdrähten nach DIN 46451 bzw. IEC 55 oder mit einer Kupferbandwicklung ausgeführt.

5. Vergossene Transformatoren

Mit Gießharz in Kunststoffbechern vergossene Transformatoren sind gegenüber unvergossenen qualitativ erheblich besser. Neben der Unempfindlichkeit gegen äußere Einflüsse ist besonders hervorzuheben, dass eine bedeutend geringere Erwärmung der Wicklung auftritt, weil nämlich die wärmeabgebende Kupferoberfläche durch den Verguß erheblich vergrößert wird. Ein während des Vergusses erzeugtes Vakuum saugt sämtliche Luft aus Wicklung und Kernpaket und verbessert entscheidend die Wärmeabgabe.

6. Befestigungsarten

Wenn der Anwender nicht die nach DIN genormten Fußplatten, Winkel oder Bügel, auf denen dieser Katalog beruht, verwenden kann, ist es möglich, durch eine eigene Blechbearbeitung nahezu jedes Befestigungsmaß einzuhalten.

7. Imprägnierung

Die Imprägnierung unserer Transformatoren erfolgt in einem speziell für uns gefertigten Tränkharz in grauer Farbe. Die Farbgebung wird durch die Beimengung von Mineralstoffen erreicht. Diese erhöhen das Wärmeleitvermögen um etwa 20%. Dadurch ist gewährleistet, dass die im Transformator entstehende Wärme schnellstmöglich über die Oberfläche abgestrahlt werden kann.

Ein wesentlicher Vorteil ist weiterhin eine absolute Brummfreiheit sowie die 100-%ige Sicherung sämtlicher Schraubverbindungen. Besonders bei Drosseln trägt diese zur Geräuscharmheit bei. In diesem Tränkharz der Wärme-Klasse F werden die Produkte unter Vakuum imprägniert und anschließend etwa 8 Stunden bei 135°C im Luftumwälzöfen getrocknet. Ein optimaler Feuchtigkeits- und Rostschutz, der die Wärmeableitung verbessert, ist dadurch entstanden.

8. Anschlüsse

In den meisten Fällen verwenden wir Transformatorenklemmen, vorzugsweise in einer 4 oder 10 qmm Ausführung, die als Zugbügel- oder sogenannte Fahrstuhlklemmen bekannt sind. Bei größeren Strömen kommen Schaltanlagen-Reihen-klemmen auf Schiene TS35 oder vom Kunden gewünschte Anschlusselemente zum Einsatz.

Absicherungsempfehlungen

Primärseitiger Kurzschlusschutz für Steuer- und Einphasen-Transformatoren Typ HST + Typ HES

Einsatzbedingungen

Das in der Tabelle aufgeführte Schutzorgan ist primärseitig vorzuschalten. Der Überlastauslöser des Schutzschalters ist auf den angegebenen Strom einzustellen. Sollte ein Kurzschlussauslöser vorhanden sein, so muss dieser auf den Maximalwert eingestellt werden.

Es wird empfohlen Motorschutzschalter, zu wählen, bei denen der angegebene Einstellwert in der Mitte der Skala liegt. Die Einstellwerte der Schutzschalter gelten bis zum 1,06-fachen der Nennspannung. Bei einer höheren Netzspannung ist die +5%-Klemme zu verwenden.

| Typ | | P _{nenn} VA | Primärspannungen | | | | | |
|---------|------|-------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | | | 230 V | 400 V | 415 V | 440 V | 500 V | 690 V |
| | | | Einstellung A | Einstellung A | Einstellung A | Einstellung A | Einstellung A | Einstellung A |
| HST/HES | 30 | 30 | 0,19 | 0,11 | 0,11 | 0,10 | 0,09 | 0,06 |
| HES | 40 | 40 | 0,25 | 0,14 | 0,14 | 0,13 | 0,12 | 0,08 |
| HST/HES | 50 | 50 | 0,30 | 0,17 | 0,17 | 0,16 | 0,14 | 0,10 |
| HST/HES | 63 | 63 | 0,35 | 0,20 | 0,19 | 0,18 | 0,16 | 0,12 |
| HST/HES | 100 | 100 | 0,55 | 0,32 | 0,30 | 0,29 | 0,25 | 0,18 |
| HES | 150 | 150 | 0,75 | 0,43 | 0,42 | 0,39 | 0,35 | 0,25 |
| HST | 160 | 160 | 0,78 | 0,45 | 0,43 | 0,41 | 0,36 | 0,26 |
| HST/HES | 200 | 200 | 0,96 | 0,55 | 0,53 | 0,50 | 0,44 | 0,32 |
| HST/HES | 250 | 250 | 1,25 | 0,72 | 0,69 | 0,65 | 0,58 | 0,42 |
| HES | 300 | 300 | 1,45 | 0,83 | 0,80 | 0,76 | 0,67 | 0,48 |
| HST | 320 | 320 | 1,50 | 0,86 | 0,83 | 0,78 | 0,69 | 0,50 |
| HST/HES | 400 | 400 | 1,95 | 1,12 | 1,08 | 1,02 | 0,90 | 0,65 |
| HST/HES | 500 | 500 | 2,35 | 1,35 | 1,30 | 1,23 | 1,08 | 0,78 |
| HST/HES | 630 | 630 | 3,00 | 1,73 | 1,66 | 1,57 | 1,38 | 1,00 |
| HST/HES | 700 | 700 | 3,40 | 1,96 | 1,88 | 1,78 | 1,56 | 1,13 |
| HST/HES | 800 | 800 | 3,75 | 2,16 | 2,08 | 1,96 | 1,73 | 1,25 |
| HST/HES | 1000 | 1000 | 4,70 | 2,70 | 2,60 | 2,46 | 2,16 | 1,57 |
| HST/HES | 1250 | 1250 | 5,90 | 3,39 | 3,27 | 3,08 | 2,71 | 1,97 |
| HST/HES | 1500 | 1500 | 6,80 | 3,91 | 3,77 | 3,55 | 3,13 | 2,27 |
| HST/HES | 1750 | 1750 | 8,00 | 4,60 | 4,43 | 4,18 | 3,68 | 2,67 |
| HST/HES | 2000 | 2000 | 10,00 | 5,75 | 5,54 | 5,23 | 4,60 | 3,33 |
| HST/HES | 2500 | 2500 | 11,50 | 6,61 | 6,37 | 6,01 | 5,29 | 3,83 |
| HST/HES | 3000 | 3000 | 16,00 | 9,20 | 8,87 | 8,36 | 7,36 | 5,33 |
| HST/HES | 4000 | 4000 | 18,10 | 10,41 | 10,03 | 9,46 | 8,33 | 6,03 |
| HST/HES | 5000 | 5000 | 23,00 | 13,23 | 12,75 | 12,02 | 10,58 | 7,67 |
| HST/HES | 6300 | 6300 | 28,00 | 16,10 | 15,52 | 14,64 | 12,88 | 9,33 |

Absicherungsempfehlungen

Primärseitiger Kurzschlusschutz für Dreiphasen-Transformatoren Typ HDS

Einsatzbedingungen

Das in der Tabelle aufgeführte Schutzorgan ist primärseitig vorzuschalten. Der Überlastauslöser des Schutzschalters ist auf den angegebenen Strom einzustellen. Sollte ein Kurzschlussauslöser vorhanden sein, so muss dieser auf den Maximalwert eingestellt werden.

Es wird empfohlen, Motorschutzschalter zu wählen, bei denen der angegebene Einstellwert in der Mitte der Skala liegt. Die Einstellwerte der Schutzschalter gelten bis zum 1,06-fachen der Nennspannung. Bei einer höheren Netzspannung ist die +5%-Klemme zu verwenden.

| | | VA | Primärspannungen | | | | | |
|---------|------|------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | | | 230 V | 400 V | 415 V | 440 V | 500 V | 690 V |
| | | | Einstellung A | Einstellung A | Einstellung A | Einstellung A | Einstellung A | Einstellung A |
| HDS/HDL | 160 | 160 | 0,45 | 0,26 | 0,25 | 0,24 | 0,21 | 0,15 |
| HDS/HDL | 250 | 250 | 0,70 | 0,40 | 0,39 | 0,37 | 0,32 | 0,23 |
| HDS/HDL | 400 | 400 | 1,10 | 0,63 | 0,61 | 0,58 | 0,51 | 0,37 |
| HDS/HDL | 500 | 500 | 1,40 | 0,81 | 0,78 | 0,73 | 0,64 | 0,47 |
| HDS/HDL | 750 | 750 | 2,00 | 1,15 | 1,11 | 1,05 | 0,92 | 0,67 |
| HDS/HDL | 1000 | 1000 | 2,75 | 1,58 | 1,52 | 1,44 | 1,27 | 0,92 |
| HDS/HDL | 1600 | 1600 | 4,30 | 2,47 | 2,38 | 2,25 | 1,98 | 1,43 |
| HDS/HDL | 2000 | 2000 | 5,40 | 3,11 | 2,99 | 2,82 | 2,48 | 1,80 |
| HDS/HDL | 2500 | 2500 | 6,75 | 3,88 | 3,74 | 3,53 | 3,11 | 2,25 |
| HDS/HDL | 3000 | 3000 | 8,00 | 4,60 | 4,43 | 4,18 | 3,68 | 2,67 |
| HDS/HDL | 4000 | 4000 | 10,80 | 6,21 | 5,99 | 5,65 | 4,97 | 3,60 |
| HDS/HDL | 5000 | 5000 | 13,50 | 7,76 | 7,48 | 7,06 | 6,21 | 4,50 |
| HDS/HDL | 6000 | 6000 | 16,00 | 9,20 | 8,87 | 8,36 | 7,36 | 5,33 |
| HDS/HDL | 7500 | 7500 | 20,25 | 11,64 | 11,22 | 10,59 | 9,32 | 6,75 |
| HDS/HDL | 9000 | 9000 | 24,00 | 13,80 | 13,30 | 12,55 | 11,04 | 8,00 |